

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-112524

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/00	3 1 0 B
G 0 6 F 13/00	3 5 1	G 0 6 F 13/00	3 5 1 L
H 0 4 L 29/08		H 0 4 L 13/00	3 0 7 Z

審査請求 有 請求項の数34 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平9-280214

(22) 出願日 平成9年(1997)10月14日

(31) 優先権主張番号 特願平9-212784

(32) 優先日 平9(1997)8月7日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 水谷 晶彦

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所内

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

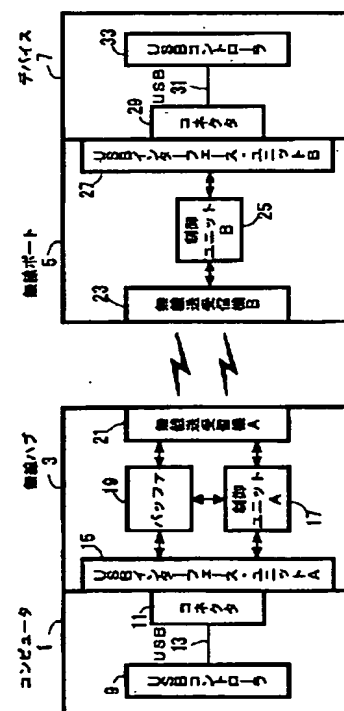
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接続確立方法、通信方法、状態変化伝達方法、状態変化実行方法、無線装置、無線デバイス、及びコンピュータ

(57) 【要約】

【課題】 ユニバーサル・シリアル・バス (USB) を無線化する。

【解決手段】 コンピュータ側のUSBバスに接続する無線ハブと、周辺機器のUSBインターフェースに接続される無線ポートとを設け、これら間で無線通信を実施する。無線ハブは、コンピュータと通信を行い、デバイスへのUSBパケットを無線信号へ、デバイスからの無線信号をUSBパケットに変換する。無線USBポートは各デバイスに1つ取付けられ、無線ハブと同様に無線-USBパケットの変換を行う。1つの無線ハブには通常複数の無線ポートが接続されるが、1つの無線ハブが1つの無線ポートに対応するように構成することも可能である。無線ハブ及び無線ポートは、各々に割当てられた唯一のデバイス識別子を有し、USB-無線変換の際にUSBアドレス及びバス・トポロジによる非明示的な宛先指定はデバイス識別子に変換される。これを応用することにより、ホスト間通信も可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンピュータと通信する第1無線装置に対して、第2無線装置が接続を確立する方法であって、前記第1無線装置への接続を許可することを表すパケットを前記第1無線装置から受信することに応答して、自己の識別情報を含む接続要求パケットを送信するステップと、
前記コンピュータのバスに関するバス情報を含む接続許可パケットを受信することに応答して、所定のパケットを送信するステップと、
当該第2無線装置を受信指定していないパケットを受信することに応答して、前記バス情報を用いて設定を行うステップと、
を含む接続確立方法。

【請求項2】 前記所定のパケットを送信した後に、当該第2無線装置を受信指定しているパケットを受信したことに応答して、前記接続要求パケットを送信するステップに戻るステップとをさらに含む請求項1記載の接続確立方法。

【請求項3】 コンピュータと通信する第1無線装置が、第2無線装置と接続を確立する方法であって、前記第2無線装置からその識別情報を含む接続要求パケットを受信することに応答して、前記第2無線装置用に前記コンピュータのバスに関する第1バス情報を生成するステップと、
前記第1バス情報を含む接続許可パケットを前記第2無線装置に送信するステップと、
前記第2無線装置から所定のパケットを受信することに応答して、前記識別情報と前記第1バス情報とを用いて設定を行うステップと、
前記コンピュータが前記第1バス情報に対応して第2バス情報を生成した場合、当該第2バス情報を用いて設定を行うステップと、
を含む接続確立方法。

【請求項4】 前記接続許可パケットを送信した後所定期間内に前記所定のパケットを受信しない場合、前記接続要求パケットを送信した第2無線装置を受信指定したパケットを送信するステップをさらに含む請求項3記載の接続確立方法。

【請求項5】 前記第2無線装置から前記所定のパケットを受信した後の周期パケットでは、前記接続要求パケットを送信した第2無線装置を受信指定しないことを特徴とする請求項3記載の接続確立方法。

【請求項6】 コンピュータと通信する第1無線装置が、ある装置と通信する第2無線装置と無線通信する方法であって、
前記コンピュータからの前記ある装置との通信の要求に応答して、応答期限内に、前記ある装置が処理を実施できる状態にないことを意味するNAK信号を、前記コンピュータに送出するステップと、

前記第2無線装置に、前記通信の要求を送信するステップと、
を含む通信方法。

【請求項7】 前記第2無線装置から応答を受信するまで、前記通信の要求と同一の要求に応答して、応答期限内に、前記NAK信号を、前記コンピュータに送出するステップをさらに含む請求項6記載の通信方法。

【請求項8】 前記通信の要求が前記ある装置からのデータ読み出しである場合、

10 前記第2無線装置からデータを受信することに応答して、前記第2無線装置に所定のパケットを送信するステップと、
前記通信の要求と同一要求に応答して、受信したデータを前記コンピュータに送出するステップと、
をさらに含む請求項6記載の通信方法。

【請求項9】 前記通信の要求が前記ある装置へのデータ書き込みである場合、前記第2無線装置に送信される通信の要求と共に、書き込まれるデータが送信されることを特徴とする請求項6記載の通信方法。

20 【請求項10】 ある装置と通信する第1無線装置が第2無線装置と無線通信する方法であって、
前記第2無線装置からデータの読み出し要求を受信することに応答して、前記ある装置に読み出し要求を送出するステップと、
前記ある装置からデータを受信することに応答して、前記ある装置に所定のメッセージを返送するステップと、
前記データを前記第2無線装置に送信するステップと、
を含む通信方法。

30 【請求項11】 コンピュータと通信する第1無線装置から第2無線装置に、状態変化を伝達する方法であって、
前記コンピュータからサスペンド命令を受信することに応答して、前記第2無線装置にサスペンド命令を送信するステップと、
前記サスペンド命令送信後、前記第2無線装置がサスペンド状態であることを示す状態ビットを含む周期パケットを送信するステップと、
前記コンピュータからレジューム命令を受信することに応答して、前記第2無線装置がイネーブル状態であることを示す状態ビットを含む周期パケットを送信するステップと、
を含む状態変化伝達方法。

40 【請求項12】 第1無線装置と無線通信する第2無線装置が状態変化を実行する方法であって、
自己の状態がディスエーブルであることを表す状態ビットを含む周期パケットを前記第1無線装置から受信することに応答して、当該周期パケット受信以前に、前記第1無線装置から所定の命令を受信したか否か判断するステップと、

50 前記所定の命令を受信していない場合、自己を接続以外の状態に変化させるステップと、

を含む状態変化実行方法。

【請求項13】前記所定の命令は、ポート・サスペンド命令又はディスエーブル命令であることを特徴とする請求項12記載の状態変化実行方法。

【請求項14】コンピュータと通信する無線装置に対して接続を確立する無線デバイスであって、前記無線装置から無線信号を受信する受信ユニットと、前記無線装置へ無線信号を送出する送信ユニットと、前記無線装置への接続を許可することを表すパケットを前記受信ユニットが前記無線装置から受信することに応答して、自己の識別情報を含む接続要求パケットを送信するよう前記送信ユニットに命じ、前記コンピュータのバスに関するバス情報を含む接続許可パケットを前記受信ユニットが受信することに応答して、所定のパケットを送信するよう前記送信ユニットに命じ、当該無線デバイスを受信指定していないパケットを前記受信ユニットが受信することに応答して、前記バス情報を用いて設定を行う制御ユニットと、を有する無線デバイス。

【請求項15】前記制御ユニットが、前記所定のパケットを送信した後に、当該無線デバイスを受信指定しているパケットを前記受信ユニットが受信したことに応答して、前記接続要求パケットを送信するよう前記送信ユニットに命ずることを特徴とする請求項14記載の無線デバイス。

【請求項16】コンピュータと通信する無線装置であって、無線信号を受信する受信ユニットと、無線信号を送信する送信ユニットと、無線デバイスからその識別情報を含む接続要求パケットを前記受信ユニットが受信することに応答して、前記無線デバイス用に前記コンピュータのバスに関する第1バス情報を生成し、前記第1バス情報を含む接続許可パケットを前記無線デバイスに送信するよう前記送信ユニットに命じ、前記無線デバイスから所定のパケットを前記受信ユニットが受信することに応答して、前記識別情報と前記第1バス情報とを用いて設定を行い、前記コンピュータが前記第1バス情報に対応して第2バス情報を生成した場合、当該第2バス情報を用いて設定を行う制御ユニットと、を有する無線装置。

【請求項17】前記制御ユニットが、前記接続許可パケットを送信した後所定期間内に前記所定のパケットを前記受信ユニットが受信しない場合、前記接続要求パケットを送信した無線デバイスを受信指定したパケットを送信するよう前記送信ユニットに命ずることを特徴とする請求項16記載の無線装置。

【請求項18】前記無線デバイスから前記所定のパケッ

トを受信した後に前記送信ユニットが送出する周期パケットでは、前記接続要求パケットを送信した無線デバイスを受信指定しないことを特徴とする請求項16記載の無線装置。

【請求項19】コンピュータと通信する無線装置であって、ある装置と通信する無線デバイスに無線信号を送信する送信ユニットと、前記無線デバイスから無線信号を受信する受信ユニットと、

(a) 前記コンピュータからの前記ある装置との通信の要求に応答して、応答期限内に、前記ある装置が処理を実施できる状態にないことを意味するNAK信号を、前記コンピュータに送出し、(b) 前記無線デバイスに、前記通信の要求を送信するよう前記送信ユニットに命ずる制御ユニットと、を有する無線装置。

【請求項20】前記制御ユニットが、前記無線デバイスから応答を前記受信ユニットが受信するまで、前記通信の要求と同一の要求に応答して、応答期限内に、前記NAK信号を、前記コンピュータに送出することを特徴とする請求項19記載の無線装置。

【請求項21】前記通信の要求が前記ある装置からのデータ読み出しである場合、前記制御ユニットは、前記無線デバイスからデータを前記受信ユニットが受信することに応答して、前記無線デバイスに対して所定のパケットを送信するよう前記送信ユニットに命じ、前記通信の要求と同一要求に応答して、受信したデータを前記コンピュータに送出することを特徴とする請求項19記載の無線装置。

【請求項22】ある装置と通信する無線デバイスであって、無線装置から無線信号を受信する受信ユニットと、前記無線装置へ無線信号を送信する送信ユニットと、前記受信ユニットが前記無線装置からデータの読み出し要求を受信することに応答して、前記ある装置に読み出し要求を送出し、前記ある装置からデータを受信することに応答して、前記ある装置に所定のメッセージを返信し、前記データを前記無線装置に対して送信するよう前記送信ユニットに命ずる制御ユニットと、を有する無線デバイス。

【請求項23】コンピュータと通信する無線装置であって、無線デバイスへ無線信号を送信する送信ユニットと、前記コンピュータからサスペンド命令を受信することに応答して、前記無線デバイスにサスペンド命令を送信するよう前記送信ユニットに命じ、前記サスペンド命令送信後、前記無線デバイスがサスペンド状態であることを示す状態ビットを含む周期パケッ

トを送信するよう前記送信ユニットに命じ、
前記コンピュータからレジューム命令を受信することに
応答して、前記無線デバイスがイネーブル状態であるこ
とを示す状態ビットを含む周期パケットを送信すること
を前記送信ユニットに命ずる制御ユニットと、
を有する無線装置。

【請求項24】無線装置と通信する無線デバイスであつて、

前記無線装置から無線信号を受信する受信ユニットと、
前記無線装置から自己の状態がディスエーブルであるこ
とを表す状態ビットを含む周期パケットを前記受信ユニ
ットが受信することに応答して、当該周期パケット受信
以前に、前記無線ハブから所定の命令を受信したか否か
判断し、
前記所定の命令を受信していない場合、自己を接続以外
の状態に変化させる制御ユニットと、
を有する無線デバイス。

【請求項25】バスを有するコンピュータであって、
前記バスを制御するバス・コントローラと、
前記バスに接続された無線装置であって、
無線信号を受信する受信ユニットと、
無線信号を送信する送信ユニットと、

(a) 無線デバイスからその識別情報を含む接続要求パ
ケットを前記受信ユニットが受信することに応答して、
前記無線デバイス用に前記コンピュータのバスに関する
第1バス情報を生成し、(b) 前記第1バス情報を含む
接続許可パケットを前記無線デバイスに送信するよう前
記送信ユニットに命じ、(c) 前記無線デバイスから所
定のパケットを前記受信ユニットが受信することに応答
して、前記識別情報と前記第1バス情報とを用いて設定
を行い、(d) 前記バス・コントローラから前記第1バ
ス情報に対応する第2バス情報を受信した場合、当該第
2バス情報を用いて設定を行う制御ユニットと、
を有する無線装置と、
を含むコンピュータ。

【請求項26】バスを有するコンピュータであって、
前記バスを制御するバス・コントローラと、
前記バスに接続された無線装置であって、
ある装置と通信する無線デバイスに無線信号を送信する
送信ユニットと、

(a) 前記バス・コントローラからの前記ある装置との
通信の要求に応答して、応答期限内に、前記ある装置が
処理を実施できる状態にないことを意味するNAK信号
を、前記バス・コントローラに送出し、(b) 前記無線
デバイスに、前記通信の要求を送信するよう前記送信
ユニットに命ずる制御ユニットと、
を有する無線装置と、
を含むコンピュータ。

【請求項27】バスを含むコンピュータであって、
前記バスを制御するバス・コントローラと、

前記バスに接続された無線装置であって、
無線デバイスへ無線信号を送信する送信ユニットと、

(a) 前記バス・コントローラからサスペンド命令を受
信することに応答して、前記無線デバイスにサスペンド
命令を送信するよう前記送信ユニットに命じ、(b) 前
記サスペンド命令送信後、前記無線デバイスがサスペン
ド状態であることを示す状態ビットを含む周期パケット
を送信するよう前記送信ユニットに命じ、(c) 前記バ
ス・コントローラからレジューム命令を受信すること
に応答して、前記無線デバイスがイネーブル状態であるこ
とを示す状態ビットを含む周期パケットを送信すること
を前記送信ユニットに命ずる制御ユニットと、
を有する無線装置と、
を含むコンピュータ。

【請求項28】第1コンピュータが第2コンピュータと
の無線通信のための接続を確立する方法であって、
前記第1コンピュータからの命令に応答して、前記第1
コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無
線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する
第1デバイス・ブリッジを起動するステップと、
前記第2コンピュータからデバイス・ブリッジの接続を
許可するパケットを前記第2コンピュータが使用してい
る第2無線チャネルで受信することに応答して、前記第
1コンピュータが使用する第1無線チャネルの情報を含
む接続要求パケットを前記第2無線チャネルで前記第2
コンピュータに送信するステップと、
前記第2コンピュータから接続許可パケットを前記第2
無線チャネルで受信することに応答して、所定のパケッ
トを前記第2無線チャネルで前記第2コンピュータに送
信するステップと、

前記第2コンピュータのバスに対するインターフェース
と前記無線通信に関連するデータを格納するバッファと
を有する、前記第2コンピュータにおける第2デバイス
・ブリッジを指定したパケットを、前記第1無線チャネ
ルで送信するステップと、
前記第2コンピュータから接続要求パケットを前記第1
無線チャネルで受信することに応答して、前記第2コン
ピュータに前記第1無線チャネルで接続許可パケットを
送信するステップと、

前記第2コンピュータから所定のパケットを前記第1無
線チャネルで受信することに応答して、前記第2無線チ
ャネルの情報と前記第1コンピュータのバスに関する第
1バス情報を用いて設定を行うステップとを含む接続確
立方法。

【請求項29】前記第1デバイス・ブリッジに対し第2
バス情報を生成するステップをさらに含む請求項28記
載の接続確立方法。

【請求項30】第2コンピュータが第1コンピュータと
の無線通信のための接続を確立する方法であって、

前記第1コンピュータが使用する第1無線チャネルの情

報を含む接続要求パケットを前記第2コンピュータが使用する第2無線チャネルで受信するステップと、
 前記第2コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第2デバイス・ブリッジを起動するステップと、
 前記第2無線チャネルで接続許可パケットを前記第1コンピュータに送信するステップと、
 前記第1コンピュータから前記第2デバイス・ブリッジを指定したパケットを前記第1無線チャネルで受信すること
 10 に対応して、接続要求パケットを前記第1コンピュータに前記第1無線チャネルで送信するステップと、
 前記第1無線チャネルで前記第1コンピュータから接続許可パケットを受信することに対応して、所定のパケットを送信するステップと、
 前記第1コンピュータから前記第2デバイス・ブリッジを指定していないパケットを前記第1無線チャネルで受信することに対応して、前記第1無線チャネルの情報と前記第2コンピュータのバスに関する第3バス情報を用いて設定を行うステップとを含む接続確立方法。

【請求項31】前記第2デバイス・ブリッジに対し第4バス情報を生成するステップをさらに含む請求項30記載の接続確立方法。

【請求項32】第1コンピュータと無線通信する、第2コンピュータに接続された無線装置であって、無線信号を受信する受信モジュールと、無線信号を送信する送信モジュールと、

(a) 前記第2コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第2デバイス・ブリッジを動作させ、

(b) 前記第1コンピュータからデバイス・ブリッジの接続を許可するパケットを前記第1コンピュータが使用している第1無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、前記第2コンピュータが使用する第2無線チャネルの情報を含む接続要求パケットを前記第1無線チャネルで前記第1コンピュータに送信するように前記送信モジュールに命じ、(c) 前記第1コンピュータから接続許可パケットを前記第1無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、所定の
 40 パケットを前記第1無線チャネルで前記第1コンピュータに送信するように前記送信モジュールに命じ、(d) 前記第1コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する、前記第1コンピュータにおける第1デバイス・ブリッジを指定したパケットを、前記第2無線チャネルで送信するように前記送信モジュールに命じ、(e) 前記第1コンピュータから接続要求パケットを前記第2無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、前記第1コンピュータに前記第2無線チャネルで接続許可パケットを送信するように前記送信モジュール

ルに命じ、(f) 前記第1コンピュータから所定のパケットを前記第2無線チャネルで受信することに対応して、前記第1無線チャネルの情報と前記第2コンピュータのバスに関する第1バス情報を用いて設定を行う制御モジュールと、
 を有する無線装置。

【請求項33】第1コンピュータと無線通信する、第2コンピュータに接続された無線装置であって、無線信号を受信する受信モジュールと、無線信号を送信する送信モジュールと、
 を有し、

前記受信モジュールは、

前記第1コンピュータから前記第1コンピュータが使用する第1無線チャネルの情報とを含む接続要求パケットを前記第2コンピュータが使用する第2無線チャネルで受信し、

前記送信モジュールは、

前記第2無線チャネルで接続許可パケットを前記第1コンピュータに送信し、さらに、

20 (a) 前記第2コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第2デバイス・ブリッジを起動し、

(b) 前記第1コンピュータから前記第2デバイス・ブリッジを指定したパケットを前記第1無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、接続要求パケットを前記第1コンピュータに前記第1無線チャネルで送信するように前記送信モジュールに命じ、(c) 前記第1無線チャネルで前記第1コンピュータから接続許可パケットを前記受信モジュールが受信することに対応して、所定のパケットを前記第1無線チャネルで送信するように前記無線モジュールに命じ、(d) 前記第1コンピュータから前記第2デバイス・ブリッジを指定していないパケットを前記第1無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、前記第1無線チャネルの情報と前記第2コンピュータのバスに関する第3バス情報を用いて設定を行う制御モジュールとを有する無線装置。

【請求項34】第1コンピュータと無線通信する第2コンピュータであって、

40 無線信号を受信する受信モジュールと、無線信号を送信する送信モジュールと、

(a) 前記第2コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第2デバイス・ブリッジを動作させ、

(b) 前記第1コンピュータからデバイス・ブリッジの接続を許可するパケットを前記第1コンピュータが使用している第1無線チャネルで前記受信モジュールが受信することに対応して、前記第2コンピュータが使用する第2無線チャネルの情報を含む接続要求パケットを前記第1無線チャネルで前記第1コンピュータに送信するよ
 50

うに前記送信モジュールに命じ、(c) 前記第1コンピュータから接続許可パケットを前記第1無線チャンネルで前記受信モジュールが受信することに応答して、所定のパケットを前記第1無線チャンネルで前記第1コンピュータに送信するように前記送信モジュールに命じ、(d) 前記第1コンピュータのバスに対するインターフェースと前記無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する、前記第1コンピュータにおける第1デバイス・ブリッジを指定したパケットを、前記第2無線チャンネルで送信するように前記送信モジュールに命じ、(e) 前記第1コンピュータから接続要求パケットを前記第2無線チャンネルで前記受信モジュールが受信することに応答して、前記第1コンピュータに前記第2無線チャンネルで接続許可パケットを送信するように前記送信モジュールに命じ、(f) 前記第1コンピュータから所定のパケットを前記第2無線チャンネルで受信することに応答して、前記第1無線チャンネルの情報と前記第2コンピュータのバスに関する第1バス情報を用いて設定を行う制御モジュールと、
を有するコンピュータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無線通信方法に関し、より詳しくは、コンピュータ本体に設けられたUSB (Universal Serial Bus: ユニバーサル・シリアル・バス) に無線でデバイスを接続する方法に関する。また、無線USBでホスト間通信を可能にする方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 USBは、コンピュータと、マウス、キーボード、プリンタ等の中・低速デバイスを接続するポイント・マルチポイント (Point to MultiPoint) の統一インターフェースとして規定されている。以前は、キーボードはキーボード・ポートに、マウスはマウス・ポートに、プリンタはプリンタ・ポートに、モデムはシリアル・ポートに、といったようにデバイスごとに接続先を選ばなければならなかったが、このUSBを採用することによりUSBポートにUSB対応デバイスを接続するだけで済むようになった。さらにUSBは、ホットプラグ・アンプラグ (Hot Plug&Unplug) の機能をサポートしているので、コンピュータ本体が使用中であっても容易に接続の変更が可能である。しかし、ノートブック型のコンピュータやPDA (Personal Digital Assistants) 等の機器によるモバイル環境では、USBケーブルの接続ですらユーザにかかる負担は大きい。さらに、コネクタの抜き差しによるコネクタ部分の破損を生ずるおそれがある。よって、このようなモバイル環境では、無線の接続が可能になるとより好ましい。

【0003】 現在の無線通信システムの代表的なものとしては、無線LANのIEEE802.11とIrDA

があげられる。IEEE802.11は主にコンピュータ同士の通信を目的に構築されており、コンピュータ・周辺デバイス間の通信向きではない。一方、IrDAはポイント間 (point to point) 接続を前提とし、USBのようなポイント・マルチポイント接続は現在のところ対象としていない。USBは、今後のPC (personal computer) 接続機器のインターフェースの主流となる可能性が高く、多くの機器に内蔵されるものと考えられる。よって、USBを無線化することができれば、周辺機器を非常に簡便に接続する手段となり得る。

【0004】 ところで、USBの無線化について示唆した文献としては、IBM TDB Vol.40 No.04 (1997年4月) p87-p88 がある。しかし、無線にした場合の問題点については何等考察されていない。また、コンピュータ内に従来から存在するバスに無線モジュールを接続し、そのバスに接続する周辺デバイスにも無線モジュールを接続するシステムが、IBM TDB Vol.37 No.04B (1994年4月) p91-93に開示されている。しかし、この文献にもUSBを無線化した場合の問題点は何等記載されていない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 USBでは、コンピュータ本体がUSBに接続された全てのデバイスを管理し、ポーリングによって通信内容の取得及び状態変化の検出を行うシステム構成を採るが、これを無線化する際には、以下の4点が障害となる。

【0006】 (1) パケットの宛先指定

USBパケットの宛先はその時点でのデバイス構成によって動的に変化するUSBアドレス或は非明示的なバス・トポロジによって指定される。無線通信においては他のシステムとのアドレスの重複が予想される他、一定のバス・トポロジを仮定することが困難であり、一意にパケットの受信先を決定することができない。

(2) 応答の時間的制約

USBの仕様では、ホストあるいはファンクションからパケットを受け取ったデバイスは16ビット時間 (全速時には1.33μs) 以内に応答を返す事が要求される。しかし、無線通信速度は一般に12Mbpsの全速時のUSBよりも遅く、パケットの衝突回避のために何等かのメカニズムが必要とされることが多いため、上記のバス・ターン・アラウンド時間を遵守することは困難である。

【0007】 (3) フレーム同期

USBはコンピュータ本体からの1msのフレームに同期するため、定期的に発行されるSOFパケットを使用する。このパケットは、正確にフレーム開始時間に送出されねばならないが、無線送出にあたっては、周囲の条件により送出時間を厳密に定めることが困難である。また、通信速度が遅い場合、1msごとの同期パケット送出は通信路への負担が過大になる。

(4) 信号線状態による制御

USBでは接続・切断・サスペンド・レジューム・リセット等のポート制御はパケットを使用せず、信号線状態の静的変化によって報知される。これはそのままでは無線送信できない。

【0008】このような障害については今まで何等考察されておらず、USBを無線化する試みはこれまでなされなかった。

【0009】よって、本発明は、USBのようなバスを無線化する際に生じる問題を克服する方法を提供することである。

【0010】また、USBを無線化することにより、ケーブル接続の負担・問題を無くし、デバイスの着脱・移動を容易に実施できるようにすることも目的である。

【0011】さらに、無線USBを拡張することにより、ホスト間通信を可能にする機構を提供することも本発明の目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明では、コンピュータ側のUSBバスに接続する無線ハブと、周辺機器（一般的には何でもよく、以下、デバイスという。）のUSBインターフェースに接続される無線ポートとを設け、これらの間で無線通信を実施する。無線ハブは、コンピュータと通信を行い、デバイスへの（以下、下流という場合もある）USBパケットを無線信号へ、デバイスからの無線信号をUSBパケットに変換する。無線ポートは各デバイスに1つ取付けられ、無線ハブと同様に無線-USBパケットの変換を行う。1つの無線ハブには通常複数の無線ポートが接続されるが、1つの無線ハブが1つの無線ポートに対応するように構成することも可能である。無線ハブ及び無線ポートは、各々に割当てられた唯一のデバイス識別子（ID）を有し、USB-無線変換の際にUSBアドレス及びバス・トポロジによる非明示的な宛先指定はデバイス識別子に変換される。

【0013】無線ハブ内には例えば双方向バッファが設けられ、無線ハブは受信パケットとバッファの状態に応じて代理応答を行う。コンピュータからのUSBパケットはバッファに蓄えられ、無線メディアが使用可能となった時点で送出される。無線ポートはこの送出された無線パケットをUSBパケットに再変換することによりデバイスに送信する。デバイスからの応答は無線に変換されて送信され、再び無線ハブのバッファに蓄えられる。無線ハブは、コンピュータから同一内容のポーリングを受け取ると、バッファ内に格納された、デバイスからの応答を取り出し、USBバスに送出する。無線ハブにおける、最初のUSBパケット受信から下流からの無線パケット受信までの間は、同一宛先の通信要求（IN/OUT）トランザクションは全て無視され、コンピュータには、デバイスが処理を実施できる状態にないことを意味するNAK信号が返送される。但し、SETUPトラ

ンザクションは常に無線送出され、コンピュータにはACKで応答する。これらの一連の動作によってUSBのタイムアウトは回避される。

【0014】無線ハブは定期的にポート状態を示すパケットをブロードキャストし、無線ポートの動作を制御すると同時に無線システム内のフレーム同期を維持する。逆に、接続・切断・リモート・レジューム等のデバイス側の状態に変化が生じた無線ポートは、このパケットへの応答として、状態変化を無線ハブに報告する。パケット周期は通信路に過重な負担をかけず、ポート制御に支障をきたさない程度の長さで設定し、衝突回避メカニズムとの共存のために送出時刻には一定幅の変動を許すようにしている。この時刻の不確定を補うため、パケットには予定送出時刻とのずれを明示する。各無線ポートは基本的には自走クロックによって同期パケットをデバイス側に送信するが、コンピュータとの周期ずれはこの周期パケットによって補正する。一方、リセット・サスペンド等のコンピュータからのポート制御命令は無線パケットとして無線ハブから送信され、無線ポートがこれをUSB信号線の状態変化に変換する。これら周期パケットと無線制御パケットにより、USB信号線状態を遅滞なく報知する。

【0015】また、本システムにおいては、2種類の省電力状態が設けられる。ポート電力切断状態と、サスペンド状態と等価な状態である。無線ポートは、前者では数回に一回の割り合いで、後者の場合には毎回、周期パケットを受信し、無線ハブがデバイス接続可能な状態であるか、あるいは、レジューム状態に移行すべきかを判断する。省電力状態のデバイスは、周期パケット受信を予定していない期間は、同期のために必要な機構等の最低限の回路を除き電力供給を停止する。これにより、コンピュータによる電源制御を可能とするとともに、携帯機器に必須の省電力機構を実現する。

【0016】本発明のポイントを再度まとめると以下ようになる。コンピュータと通信する第1無線装置に対して、第2無線装置（典型的には周辺機器に接続される）が接続を確立する際には、第1無線装置への接続を許可することを表すパケットを第1無線装置から受信することに応答して、自己の識別情報を含む接続要求パケットを送信するステップと、コンピュータのバスに関するバス情報（典型的にはポート番号）を含む接続許可パケットを受信することに応答して、所定のパケット（典型的にはACK）を送信するステップと、当該第2無線装置を受信指定していないパケットを受信することに応答して、バス情報を用いて設定（例えばポート番号と第1無線装置の識別情報の対応付け）を行うステップとを実施する。このようにすれば、通信が確実に実施されたことを確認した上で、第2無線装置は接続を確立した無線装置を識別できる。

【0017】所定のパケットを送信した後に、当該第2

無線装置を受信指定しているパケットを受信したことに応答して、接続要求パケットを送信するステップに戻るようにすることも考えられる。これは、所定のパケットを第1無線装置が受信できなかったことを示しており、接続をやり直す必要がある。

【0018】また、コンピュータと通信する第1無線装置が、第2無線装置（典型的には周辺装置と接続する）と接続を確立する際には、第2無線装置からその識別情報を含む接続要求パケットを受信することに応答して、第2無線装置用にコンピュータのバスに関する第1バス情報（典型的にはポート番号）を生成するステップと、第1バス情報を含む接続許可パケットを第2無線装置に送信するステップと、第2無線装置から所定のパケット（典型的にはACK）を受信することに応答して、識別情報と第1バス情報を用いて設定（例えばそれらの登録）を行うステップと、コンピュータが第1バス情報に対応して第2バス情報（実施例ではUSBアドレス）を生成した場合、当該第2バス情報を用いて設定（例えば、識別情報と第1及び第2バス情報の登録）を行うステップとを実行する。これにより、コンピュータと第2無線装置との通信に必要なデータが対応して登録される。

【0019】上の場合であって、接続許可パケットを送信した後所定期間内に所定のパケットを受信しない場合、接続要求パケットを送信した第2無線装置を受信指定したパケットを送信することも考えられる。接続要求パケットを送信したにもかかわらず、最終的な手続きを実施しないのは、何等かの問題が発生したと考えられ、特に第2無線装置を受信指定して様子を見るためである。

【0020】また、第2無線装置から所定のパケットを受信した後の周期パケットでは、接続要求パケットを送信した第2無線装置を受信指定しないようにすることもできる。これにより、第1無線装置が所定のパケットを受信できたということを第2無線装置に示すためである。

【0021】コンピュータと通信する第1無線装置が、ある装置（典型的には周辺機器）と通信する第2無線装置と無線通信する際には、コンピュータからの前記ある装置との通信の要求に応答して、応答期限内に、前記ある装置が処理を実施できる状態にないことを意味するNAK信号を、コンピュータに送出するステップと、第2無線装置に、通信の要求を送信するステップとを実行する。このようにすると、コンピュータのバスに規定された応答期限に対処できる。

【0022】また、第2無線装置から応答を受信するまで、通信の要求と同一の要求に応答して、応答期限内に、NAK信号を、コンピュータに送出するステップをさらに含むようにすることもできる。NAK信号の送出を複数回許す場合には、応答時間を稼ぐ有効な対処法で

ある。

【0023】さらに、通信の要求が前記ある装置からのデータ読み出しである場合、第2無線装置からデータを受信することに応答して、第2無線装置に所定のパケットを送信するステップと、通信の要求と同一要求に応答して、受信したデータをコンピュータに送出するステップとをさらに含むようにすることも考えられる。バッファを利用することにより、当該ある装置からのデータを前と同一の通信の要求に対する応答として出力することができる。

【0024】一方、通信の要求が前記ある装置へのデータ書き込みである場合、第2無線装置に送信される通信の要求と共に、書き込まれるデータが送信されるようにすることも考えられる。通信の要求と書き込まれるデータを別パケットにすると、無線通信においては、時間的な問題が生ずる。

【0025】ある装置と通信する第1無線装置が第2無線装置と無線通信する際には、第2無線装置からデータの読み出し要求を受信することに応答して、前記ある装置に読み出し要求を送出するステップと、前記ある装置からデータを受信することに応答して、前記ある装置に所定のメッセージ（典型的にはACK）を返送するステップと、データを第2無線装置に送信するステップとを実行する。所定のパケットの送出期限は、コンピュータにバスの規格によって定まるので、第2無線装置が代理応答する必要がある。

【0026】また、コンピュータと通信する第1無線装置から第2無線装置に、状態変化を伝達する際には、コンピュータからサスペンド命令を受信することに応答して、第2無線装置にサスペンド命令を送信するステップと、サスペンド命令送信後、第2無線装置がサスペンド状態であることを示す状態ビットを含む周期パケットを送信するステップと、コンピュータからレジューム命令を受信することに応答して、第2無線装置がイネーブル状態であることを示す状態ビットを含む周期パケットを送信するステップとを実行する。一度、第2無線装置がサスペンド状態に移行すると、周期パケットしか受信しないようになるので、周期パケット以外に、第2無線装置をイネーブルすることができない。よって、この周期パケットのポート状態ビットを用いる。

【0027】第1無線装置と無線通信する第2無線装置が状態変化を実行する際には、自己の状態がディスエーブルであることを表す状態ビットを含む周期パケットを第1無線装置から受信することに応答して、当該周期パケット受信以前に、第1無線装置から所定の命令を受信したか否か判断するステップと、所定の命令を受信していない場合、自己を接続以外の状態に変化させるステップとを実行する。このような場合は、無線通信に異常が生じた場合等であり、一度パワーオフ状態に変化した方が後の処理が簡単になるからである。

【0028】なお、所定の命令は、ポート・サスペンド命令又はディスエーブル命令とすることも考えられる。

【0029】以上、処理のフローとして発明を表現したが、これらの処理を実施する装置を構成することも可能である。さらに、無線装置は、コンピュータの外部に取付けられる場合も、内部に設けられる場合も考えられる。同様に、無線装置は、デバイス(装置)のUSBインタフェースに取付けられる場合も、デバイス内部に取付けられる場合も存在する。

【0030】また、第1コンピュータが第2コンピュータとの無線通信のための接続を確立する際には、第1コンピュータからの命令にตอบสนองして、第1コンピュータのバスに対するインタフェースと無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第1デバイス・ブリッジ(実施例におけるDDB)を起動するステップと、第2コンピュータからデバイス・ブリッジの接続を許可する packets を第2コンピュータが使用している第2無線チャンネルで受信することに対応して、第1コンピュータが使用する第1無線チャンネルの情報を含む接続要求 packets を第2無線チャンネルで第2コンピュータに送信するステップと、第2コンピュータから接続許可 packets を第2無線チャンネルで受信することに対応して、所定の packets (典型的にはACK) を第2無線チャンネルで第2コンピュータに送信するステップと、第2コンピュータのバスに対するインタフェースと無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する、第2コンピュータにおける第2デバイス・ブリッジを指定した packets を、第1無線チャンネルで送信するステップと、第2コンピュータから接続要求 packets を第1無線チャンネルで受信することに対応して、第2コンピュータに第1無線チャンネルで接続許可 packets を送信するステップと、第2コンピュータから所定の packets を第1無線チャンネルで受信することに対応して、第2無線チャンネルの情報と第1コンピュータのバスに関する第1バス情報(実施例ではポート番号)を用いて設定を行うステップとを実行する。

【0031】ホスト間の接続を確立する場合には、第1及び第2デバイス・ブリッジを設け、上で述べた接続確立方法を2回行い、さらに通信チャンネルを別個にする。これにより、各ホストにおける周辺機器との通信を可能にしたまま、ホスト間通信が可能になる。例えば、複数の人がそれぞれ携帯型コンピュータを持って集まった場合、個々の携帯型コンピュータの周辺機器の構成を変更せずに携帯型コンピュータ同士で通信が可能になる。

【0032】第1コンピュータは、第1デバイス・ブリッジに対し第2バス情報(実施例にはUSBアドレス)を生成するステップをさらに実行する。

【0033】一方、第2コンピュータが第1コンピュータとの無線通信のための接続を確立する際には、第1コンピュータが使用する第1無線チャンネルの情報を含む接

続要求 packets を第2コンピュータが使用する第2無線チャンネルで受信するステップと、第2コンピュータのバスに対するインタフェースと無線通信に関連するデータを格納するバッファとを有する第2デバイス・ブリッジ(実施例のDDB)を起動するステップと、第2無線チャンネルで接続許可 packets を第1コンピュータに送信するステップと、第1コンピュータから第2デバイス・ブリッジを指定した packets を第1無線チャンネルで受信することに対応して、接続要求 packets を第1コンピュータに第1無線チャンネルで送信するステップと、第1無線チャンネルで第1コンピュータから接続許可 packets を受信することに対応して、所定の packets (典型的にはACK) を送信するステップと、第1コンピュータから第2デバイス・ブリッジを指定していない packets を第1無線チャンネルで受信することに対応して、第1無線チャンネルの情報と第2コンピュータのバスに関する第3バス情報を用いて設定を行うステップとを実行する。

【0034】第2コンピュータは、第2デバイス・ブリッジに対し第4バス情報(実施例ではUSBアドレス)を生成するステップをさらに実行する。

【0035】以上、処理のフローとして発明を表現したが、これらの処理を実施する装置を構成することも可能である。さらに、コンピュータに接続する無線装置としても、コンピュータ本体に組み込まれる場合も考えられる。さらに、これらの処理は、プログラムとして実施される場合もあり、その場合にはROM等の不揮発性メモリに記憶される場合や、フロッピー・ディスクなどの記憶媒体に記憶される場合もある。

【0036】

【発明の実施の形態】図1に本発明の装置構成の一例を示す。コンピュータ1には無線ハブ3がコネクタ11で接続されている。一方、デバイス7には無線ポート5がコネクタ29で接続されている。コンピュータ1にはUSBコントローラ9があり、このUSBコントローラ9はUSB13に接続されている。このUSB13はコネクタ11に接続されている。無線ハブ3は、USBインタフェース・ユニットA(15)と、バッファ19と、制御ユニットA(17)と、無線送受信機A(21)を含んでいる。USBインタフェース・ユニットA(15)は、バッファ19及び制御ユニットA(17)に接続され、無線送受信機A(21)はバッファ19及び制御ユニットA(17)に接続されている。バッファ19と制御ユニットA(17)も互いに接続されている。デバイス7にもUSBコントローラ33があり、このUSBコントローラ33はUSB31に接続されている。このUSB31はコネクタ29に接続されている。無線ポート5は、無線送受信機B(23)と、制御ユニットB(25)とUSBインタフェース・ユニットB(27)とを含み、無線送受信機B(25)と制御ユニットB(25)、制御ユニットB(25)とUSB

インターフェース・ユニットB(27)が接続されている。なお、USBインターフェース・ユニットA及びBはコネクタに接続されているが、ここでは図示していない。また、ここでは無線ポートは1つしか示していないが、複数設けることも当然可能である。

【0037】コンピュータ1のCPU(図示せず)はUSBコントローラ9を制御して、USB13にUSBパケットを送出する。このUSBパケットは、無線ハブ3のUSBインターフェース・ユニットA(15)が受信し、制御ユニットA(17)にUSBパケットの内容を伝える。USBインターフェース・ユニットA(15)は、必要があれば、バッファ19にデータを格納する。また、制御ユニットA(17)は、USBインターフェース・ユニットA(15)からUSBパケットの内容を受信すると、無線送受信機A(21)の送信機を制御して、無線ポート5に無線パケットを送出する。無線送受信機B(23)の受信機は、無線パケットを受信して、無線パケットを電気信号に変換し、制御ユニットB(25)に通知する。制御ユニットB(25)は、USBインターフェース・ユニットB(27)に受信内容を伝え、USBインターフェース・ユニットB(27)はUSBパケットに変換して、USB31に送出する。USBコントローラ33は、USB信号に応答して、必要な処理を実施する。

【0038】例えば、コンピュータ1からデータの読み出しを命じられた場合には、USBコントローラ33は必要なデータを含むUSBパケットをUSB31に出力し、USBインターフェース・ユニットB(27)がこのUSBパケットを受信する。そして、制御ユニットB(25)は無線送受信機B(23)の送信機が適切な形式の無線パケットを送出するよう制御する。なお、後で述べるが、制御ユニットB(25)は、代理応答の機能を有しており、USBインターフェース・ユニットB(27)に、USBパケットのACKを出力するよう命じる。一方、デバイス7からのデータを含む無線パケットを受信した無線送受信機A(21)の受信機は、データを受け取ったことを制御ユニットA(17)に通知し、データをバッファ19に格納する。制御ユニットA(17)は、USBインターフェース・ユニットA(15)からUSBコントローラ9から同一宛先のデータ読み出し命令を受信したことの通知を受けると、バッファ19内のデータのアドレスをUSBインターフェース・ユニットA(15)に送出する。USBインターフェース・ユニットAは、当該アドレスのデータを読み出し、USBパケットとしてUSB31に出力する。

【0039】以上は図1の概要であるが、以下、USBを無線化する際に必要な処理について、図1に示した構成要素と関連させて説明する。

【0040】(A) 無線通信方式

無線USBのプロトコルは特定の変調方式に依存しな

い。例えば、直接拡散方式のスペクトル拡散による電波通信が考えられる。拡散符号をスライドさせて、CDMA方式により複数のチャネルを確保する。

周波数	2484MHz
占有帯域幅	26MHz
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK
拡散方式	直接拡散
拡散符号	11ビット・バーカー系列
ベースバンド信号速度	2Mbps
拡散変調速度	11Mbaud

これらはあくまで一例である。

【0041】(B) 無線パケット構成

無線パケットは図2のように構成する。なお、無線パケットは、制御ユニットの命令に基づき、適切な種類のパケットを無線送受信機の送信機が作成して送信する。図2中の左が先頭である。図2中、Rは過渡応答ランブタイムであり、SOPはパケット開始シンボルであり、BSはビット同期信号であり、UWは同期ワードであり、XIDは送信元IDであり、RIDは受信先IDであり、PTはパケット種別であり、DATAは送信データ内容であり、CRCはXIDからDATAまでの巡回冗長検査文字であり、EOPはパケット終了シンボルである。

【0042】パケット種別PTには、以下のようなものがある。

(a) 標準パケット

デバイスが発する全てのUSBパケットと、コンピュータ1からのINTトークン(読み出し命令)は、この種類の無線パケットで送信される。パケット種別PTに、標準パケットであることを示すビットを立て、データDATAには、USBパケットのPIDからEOPの直前までの全てのビットが含まれる。

(b) 複合パケット

USBにおけるOUT又はSETUPトークン(書き込み又はセットアップ命令)と、それに続くデータを一度に送る際に用いられる無線パケットの種類である。パケット種別PTに複合パケットであることを示すビットを立て、データDATAには、OUT又はSETUPトークンとUSBのデータ・パケットが含まれる。

(c) ACKパケット

無線パケットを正常に受信した場合に送信される。無線制御パケットを無線ポート5が受信した場合、制御情報パケットを無線ハブ3が受信した場合、INTトークンに対する応答のデータ・パケットを無線ハブ3が受信した場合などに用いられる。ACKパケットにはデータDATA部分はない。

(d) NAKパケット

無線パケットは受信できたがポートが処理を行える状態にない場合に送信される。NAKパケットにはデータDATA部分はない。

【0043】(e) 周期パケット

デバイスの接続、ポート状態の制御、USBフレーム周期の調節に用いられるパケットである。データDATA部分には、遅延時間部分とデバイス種別部分とポート状態部分が含まれる。遅延時間部分は、周期パケットの送出予定時間からの遅延時間を表す。デバイス種別部分は、接続可能なデバイスの種別を表す。このデバイス種別には、低速デバイス、全速デバイス、ハブ、ホスト間通信仮想デバイス、グループがある。デバイスはグループ登録が可能であり、グループ内のデバイスだけを接続したい場合にはグループ指定する。ポート状態部分は、ポートがイネーブル状態にある場合には1、それ以外（サスペンド、ディスエーブル、切り離し、パワーオフ）では0になるビットマップで、ポート番号順に並べたものである。但し、ビット0は無線ハブの状態を示す。無線ハブ3の制御ユニットA（17）内に周期パケットを送信するために必要な処理を実施するユニットを設け、そのユニットにより、周期的にデータDATA部分が作成されるようにすることも可能である。そして、無線送受信機A（21）の送信機によりブロードキャストされる。

【0044】(f) 接続要求パケット

無線ハブ3への接続を要求する際に用いられる。周期パケットへの応答として送出される。データDATA部分には、ポートに接続されたデバイスの種別が入れられる。

(g) 接続承認パケット

無線ハブ3によるデバイスの接続認証のためのパケットである。接続要求パケットに応答して送出される。データDATA部分には、無線ハブ内の論理的なポート番号が入れられる。このポート番号は、USBにおけるポート番号と等価である。

(h) ポート状態変更パケット

ハードウェア的なポート状態の変更をハブに通知するためのものである。周期パケットに응答して送出される。データDATA部分は、どのような変更がなされたかを表し、接続ステータス、ポート無効化、サスペンド、過電流、リセット終了、リモート・レジュームがある。

(i) 無線制御パケット

無線ハブ3から無線ポート5への制御コマンドを送出するためのパケットである。データDATA部分は、制御コマンドを含む。

(j) 制御情報パケット

制御コマンドで要求された、デバイス7からの制御情報を送出するためのパケットである。データDATA部分は、当該制御情報を含む。

【0045】(C) 混信／衝突防止処理

無線通信を実施する際には、何等かの混信／衝突防止を実施する。ここでは、無線ハブ3又は無線ポート5は、それぞれ割当てられた識別子によってパケットの発信者

及び受信者を特定し、他のシステムのパケットを受信することを防止する。また、パケットの衝突防止には、トランザクション単位のCSMA/CA方式を採用する。ここでは、無線送受信機及び制御ユニットが協働して、以下の処理を実行する。

【0046】1. ステップ1

新たなトランザクションを開始する無線ハブ3の制御ユニットA（17）は、無線パケット送信前に必ず無線キャリアの不在を無線送受信機A（21）に確認させる。無線キャリアが存在する場合には、その通信の終了を待つ。

2. ステップ2

無線キャリアの不在を確認した時点で無線ハブ3の制御ユニットA（17）はタイマーを作動させ、単位バックオフの整数倍の間さらに無線キャリアを無線送受信機A（21）に監視させる。この整数は、最大バックオフ以内の乱数とする。最大バックオフは初期値を例えば8とし、通信状況に応じて制御する。ステップ1で直前のキャリア喪失からすでに最大バックオフ時間以上が経過している場合には、本ステップのキャリア監視は必要ない。

3. ステップ3

ステップ2の間に新たなキャリアの不在が確認された後、無線ハブ3（無線送受信機A（21））は無線パケットの送信を開始する。

4. ステップ4

無線パケットを正常に受信した無線ポート5（無線送受信機B（23））は、パケット終了シンボルEOPとそれに続くキャリア喪失を確認した後、無線ターンアラウンド時間以内に応答の送信を開始する。

5. ステップ5

無線ポート5（無線送受信機B（23））は、送信開始から応答内容が確定するまで、ビット同期パターンを送信し続け、送信する無線パケットの準備が完了すると同期ワードUWの送出を開始する。

6. ステップ6

無線ハブ3は無線パケット送信終了からターンアラウンド時間を経過しても応答が得られない場合、無線パケットを再送する。例えば、3回の無線パケット送信によっても応答が得られない場合には、後に述べる切断処理を実施する。

【0047】(D) 接続処理

無線ハブ3への無線ポート5の接続は、次のような手順に従う。但し、無線ハブ3は既に稼働しており、無線ポートはパワーオフの状態であるとする。最初に、電源を投入された無線ポート5は、無線ポート5にデバイス7が接続されている場合、無線送受信機B（23）の受信機を作動させる（図3、ステップ100）。制御ユニットB（25）がUSBインターフェース・ユニットB（27）にデバイス7の接続の有無を検査させ、デバイ

ス7の接続が確認されると、受信機を作動させる。そして、無線ハブ3が送出する周期パケット（ステップ110）を全チャンネルにわたってサーチする（ステップ120）。ここで、無線ハブ3が送出する周期パケットは、受信先ID（RID）とデータDATA内のデバイス種別により接続可能なデバイスを指定している。特定のデバイスを指定しない場合には、受信先IDは例えば0とする。このサーチの結果、例えば以下のような優先順位に基づき、接続する無線ハブ3を決定し、それに同期をとる。

（a）受信先IDが無線ポート5のデバイスIDと一致する周期パケットを送出する無線ハブのうち、最も信号強度が高いもの。

（b）接続可能な周期パケットを送出している無線ハブのうち最も無線強度が高いもの。

（c）接続可能ではない周期パケットを送出する無線ハブのうち最も信号強度が高いもの。

無線送受信機B（23）の受信機は、受信した周期パケットの内容及び信号強度を制御ユニットB（25）に通知し、制御ユニットB（25）がどの無線ハブに接続するか決定する。決定した後は、制御ユニットB（25）は、その無線ハブの周期パケットに同期するよう無線送受信機B（23）に命ずる。

【0048】もし、ステップ120で周期パケットが検出されない場合には、このサーチを続ける。また、接続する無線ハブ3を決定し且つ同期を確立した後は、周期パケットのみを受信し、それ以外の時間は省電力モードに移行する。以後、他の無線ハブからの通信は完全に無視される。なお、無線ポートは電力節減のため、毎回の周期パケットを監視する必要はなく、数回に一回の割合で監視するようにすることもできる。

【0049】無線ポート5が無線ハブ3との同期確立後受信する周期パケット（ステップ140）が、接続可能であることを示している場合には、無線ポート5は、無線ハブ3に接続要求パケットを送出する（ステップ150）。この接続要求パケットには、デバイスIDが含まれている。制御ユニットB（25）は、無線送受信機B（23）から周期パケットの内容の通知を受け、接続要求パケットの送出を命ずる。無線ハブ3は、無線ポート5から接続要求パケットを受信すると、無線ポート5のデバイスIDにポート番号を割当て、当該ポート番号を含む接続許可パケットを送出する（ステップ160）。無線ハブ3は、接続する多数の無線ポートのアドレスを管理する必要があるため、制御ユニットA（17）内にアドレス管理専用のアドレス管理ユニットを含むようにすることも考えられる。例えば、このアドレス管理ユニットがデバイスIDにポート番号を割当て、一時的に保持する。接続許可パケットを受信した無線ポート5は、ACKパケットを無線ハブ3に送信する（ステップ170）。ステップ150、ステップ160、ステップ17

0のパケットの送信は、全て予め定められた無線ターン・アラウンド時間内に行われなければならない。

【0050】無線許可パケットを受信した無線ポート5は、無線ハブ3のデバイスIDと自己に割当てられたポート番号を保持しているが、ここではまだ正式には登録しない。ACKパケットが無線ハブ3に受信されないおそれがあるからである。一方、ACKパケットを無線ポート5から受信した無線ハブ3は、アドレス管理ユニットにデバイスIDとポート番号をテーブルに登録させる。このテーブルはバッファ19に設けてもよいし、制御ユニットA（17）内に設けてもよい。一方、ACKパケットを無線ハブ3が受信しなかった場合には、接続認証が成功しなかったものとみなす。そして、この後例えば3回の周期パケットで受信先IDとして接続要求パケットを送信していた無線ポートを指定する。

【0051】ACKパケットを受信した場合には、その後の周期パケットでは、ACKパケット送信元の無線ポートを受信先IDに指定しない（ステップ190）。すなわち、別の無線ポートを受信指定するか、特定のデバイスを指定しないようにする。このような周期パケットを無線ポート5が受信した場合に、無線ポート5は、無線ハブ3のデバイスID及び自己に割当てられたポート番号を正式に登録する（ステップ200）。このような周期パケットを受信することにより、ACKパケットが無線ハブ3に確実に受信されたことが分かり、正式に接続手続きが完了する。

【0052】一方、ACKパケットを送信した後に、無線ポート5が自己を受信指定した周期パケットを受信した場合には、無線ハブ3がACKパケットを受信できずに、接続手続きが不成功に終わったことが分かるので、ステップ150に戻る。

【0053】ここまでで、無線ハブ3と無線ポート5は接続手続きが完了するが、無線ポート5の存在は、コンピュータ1には認知されていない。よって、この図3の処理終了後に、図4のような手続きを踏む。すなわち、コンピュータ1のUSBコントローラ9は、定期的にハブ及びポートの状態変更を無線ハブ3に問い合わせる（ステップ210）。USBインターフェース・ユニットA（15）は、ポート番号とデバイスIDのテーブルに新たなエントリがある場合には、変更ありを返す（ステップ220）。変更ありを受けとったコンピュータ1は、現在のポート状態を尋ねる（ステップ225）。これに応答して、無線ハブ3のUSBインターフェース・ユニットA（15）は、ポート状態及び変更点をコンピュータ1に返す。USBコントローラ9は、変更を承認する場合、変更承認を無線ハブ3に伝える（ステップ230）。変更承認はUSBインターフェース・ユニットA（15）を介して制御ユニットA（17）に伝えられ、変更ありの状態がクリアされる。そしてUSBインターフェース・ユニットA（15）は、変更状態をクリ

アしたことをコンピュータ1に返す(ステップ235)。そうすると、コンピュータ1のUSBコントローラ9は、変更に関連する無線ポートのポート・リセットを命ずる(ステップ240)。このポート・リセットをUSBインターフェース・ユニットA(15)が受け取ると、この命令に制御ユニットA(17)が対応し、ポートを初期化するように命ずる。そして、変更に関連する無線ポートのポート番号及びデバイスIDに対応してUSBアドレス0をテーブルに登録する。リセットが終了すると、制御ユニットA(17)はリセット終了をUSB

10 インターフェース・ユニットA(15)に伝え、リセット終了通知をコンピュータ1に対して行う(ステップ245)。コンピュータ1内のUSBコントローラ9は、このリセット終了通知に回答してUSBアドレスを割当て設定し、無線ハブ3に通知する(ステップ250)。この通知を受け取ったUSBインターフェース・ユニットA(15)は、制御ユニットA(17)にUSBアドレスを伝える。制御ユニットA(17)は、テーブル上のUSBアドレス0に代わって、通知されたUSB

20 アドレスを書き込む(ステップ255)。このようにして、USBアドレス、ポート番号、デバイスIDの対応関係が明らかになる。

【0054】(E) USBパケットの送受信

無線USBでは、データレートとフレーム同期の絶対性を確保できないので、USBで規定されている制御転送、バルク転送、割り込み転送のみをサポートする。例えば、コンピュータ1からINTトークンを受け取った場合の処理を図5を用いて説明する。最初に、コンピュータ1のUSBコントローラ9が、INTトークン400を無線ハブ3のUSBインターフェース・ユニットA(15)に送信する。USBインターフェース・ユニットA(15)は、どのようなUSBパケットを受信したか制御

30 ユニットA(17)に通知し、USBパケット400をバッファ19に格納する。そして、NAK410(USBパケット)をUSBコントローラ9に返す。これは、無線で接続されているため、直ぐにはデータを返信できないからである。そして、制御ユニットA(17)は、読み出し命令であること及び宛先を確認の後、USBパケットのINTトークンを含む標準パケット420(無線)を宛先デバイスに送出するよう無線送受信機A

40 (21)に命ずる。なお、この送信は、無線メディアが使用可能になったところで行われる。

【0055】無線ポート5の無線送受信機B(23)は標準パケット420を受信した後、これを制御ユニットB(25)に渡し、制御ユニットB(25)は、受信したINTトークン430を構成するようにUSBインターフェース・ユニットB(27)に命ずる。USBインターフェース・ユニットB(27)はUSBパケット430をデバイス7のUSBコントローラ31に出力する。デバイス7は、データDATA0を含むUSBパケット

50

440を無線ポート5のUSBインターフェース・ユニットB(27)に返す。USBインターフェース・ユニットB(27)は、ACKパケット450をデバイス7に返す。これによってタイムアウトを回避する。また、USBインターフェース・ユニットB(27)は、受け取ったUSBパケット440を制御ユニットB(25)に渡し、制御ユニットB(25)は無線送受信機B(23)に標準パケット460(無線)を送信するように命ずる。なお、INTトークン430を出力した後、USBバスのバス・ターンアラウンド時間内にデバイス7から回答がない場合には、空の標準パケットを送出する。そして、無線ポート5が出力した標準パケット460を受信した無線ハブ3の無線送受信機A(21)は、ACKパケット470を送信する。無線送受信機A(21)は、標準パケット460を受け取ったことを制御ユニットA(17)に通知し、内容をバッファ19に格納する。

【0056】もし、標準パケット420送出からACKパケット470送出までの間に、コンピュータ1のUSBコントローラ9から、同じ宛先のINTトークン480が送信されても、無線ハブ3はNAKパケット490を返すだけしか行わない。一度無線で伝えているので、これ以上無線パケットを送信すると、通信路を混雑させるだけだからである。よって無線ハブ3の制御ユニットA(17)は、どの無線ポートにどのようなパケットを送ったか管理しておく必要がある。

【0057】ACKパケット470送出後に、再度同じ宛先のINTトークン500が送信された場合には、制御ユニットA(17)は、バッファ19のアドレスをUSBインターフェース・ユニットA(15)に渡し、USBインターフェース・ユニットA(15)はUSBパケット510をバッファ19から読み出して、USBコントローラ9に出力する。これに回答して、USBコントローラ9はACKパケット520を返す。

【0058】なお、OUTトークンの場合には、書き込みデータを含むUSBパケットを無線ハブ3が受信した後、無線ポート5へ複合パケット(無線)を送信する。NAKパケットを返すのは同じである。そして無線ポート5からACKパケットを受信した後、同一宛先のOUTトークンをコンピュータ1から受信した場合、無線ハブ3はACKパケットを返信する。

【0059】さらに、SETUPトークンに対してはNAKパケットを返信できない。そこで、ACKをコンピュータ1に返して、SETUPトークンを受信することにより、新たな通信として無線ポートに送信する。

【0060】(F) バッファ

USBではIN/OUTトランザクションに対してはNAKで応答することが許されるが、SETUPトランザクションではACKの返答が義務付けられている。このため、SETUPとIN/OUTトランザクションには独立したバッファを用意の方が好ましい。よって、バ

ッファ19は2つのバッファに分けられる。

【0061】IN/OUTトランザクションにはNAKを利用することにより、最低1本のコンピュータ1向け及び無線ポート5向けのバッファが必要である。1つのバッファには最大パケット長67バイトにポート番号を加えた68バイトが必要となる。実際にはこれを単位としてコストと通信効率の兼ね合いで全体のバッファ・サイズを決定する。

【0062】SETUPの場合には必ずACKが返信される必要があるため、無線ポート方向のみのFIFOバッファを用意する。バッファの各エントリにはトークン(3バイト)、データ(11バイト)、ポート番号(1バイト)の計15バイトが必要である。全てのSETUPパケットを確実に無線送信するために必要なエントリ数は、ポート数×制御エンドポイント数である。但し、1つのポートに接続するデバイス数とSETUPトランザクションの全通信量に対する割合等を考慮すると、バッファ・エントリはポート数の2倍程度で十分であると考えられる。なお、SETUP用のバッファが満杯の時

には無線ハブ3はコンピュータ1に対しACKを返さず、トランザクション・エラーとする。

【0063】(G) 状態変化

サスペンド/レジュームと切断という状態変化をどのように取り扱うかを以下に述べる。

【0064】(1) サンスペンドとレジューム

状態変化は、USBの信号線状態の変化として無線ハブ3にコンピュータ1のUSBコントローラ9から伝えられる。なお、無線ハブ3に接続する全てのポートをサスペンドする場合と、ポート単位でサスペンドさせる場合とがあり、これにより無線パケットの宛先が変わってくる。そして、USBインターフェース・ユニットA(15)が信号線状態の変化を検出し、サスペンド命令として制御ユニットA(17)に伝える(図6、ステップ600)。制御ユニットA(17)は、無線送受信機A(21)にサスペンドを命ずる無線制御パケットを送出するように命ずる(ステップ610)。無線制御パケットを受信した無線送受信機B(23)は、制御ユニットB(25)にパケットを伝達し、制御ユニットB(25)はUSBインターフェース・ユニットB(27)に、信号線状態をサスペンドの状態にするよう命ずる(ステップ620)。このようにサスペンド命令はデバイス7に伝えられる。

【0065】この後は、無線ハブ3では、周期パケットのポート状態部分で、当該無線ポートがサスペンド状態にあることをビットマップ上で示す(ステップ630)。また、無線ポート5は、周期パケットのみを受信するようになる(ステップ640)。このようにサスペンド状態の無線ポート5は、周期パケットしか受け取らないので、コンピュータ1が当該無線ポート5をレジュームさせる場合には、周期パケットのポート状態部分の

当該無線ポート部分をレジュームを表すように変更する(ステップ650)。これを受信した無線ポート5は、制御ユニットB(25)がUSBインターフェース・ユニットB(27)に、最低20msレジュームを示すように信号線状態を変化させるように命ずる(ステップ660)。これによって、無線ポート5に接続されたデバイス7はレジュームする。

【0066】また、モデムのようなデバイスがデバイス7である場合には、リモート・ウェークアップが起こる可能性がある。そこで、デバイス7からリモート・ウェークアップ信号をUSBコントローラ33から受け取ったUSBインターフェース・ユニットB(27)は、上と同じように最低20msレジュームを示すように信号線状態を変化させる(ステップ680)。但し、無線ハブ3から次の周期パケットを受信するのに応答して(ステップ685)、レジュームを表すポート状態変更パケットを送出する(ステップ690)。ポート状態変更パケットを受け取った無線ハブ3は、制御ユニットA(17)がその旨コンピュータ1に伝えるように、USBインターフェース・ユニットA(15)に命ずる(ステップ700)。

【0067】なお、レジュームへの状態変化が反映された周期パケットを例えば3回送信すると無線ハブ3は該当する無線ポートのレジュームが完了したと仮定し、コンピュータ1に応答する。そのため、無線ポート5は無線ハブ3からINTトークンを含む標準パケット(無線)を受け取るかもしれないが、この時点でレジュームが終了していない場合には、そのパケットに応答してNAKパケット(無線)を無線ハブ3に返送する。

【0068】(2) 切断

ア) 無線ポート5に接続されていたデバイス7が切り離されたことを無線ポート5が検出した場合には、周期パケットに応答して切断をポート状態変更パケットで無線ハブ3に伝えた後、パワーオフ状態に移移する。無線ハブ3はコンピュータ1にそれを伝える。

イ) ユーザが無線ポートをリセットした場合も同様である。

ウ) コンピュータ1のUSBコントローラ9が、ポート電源解除を要求した場合は、無線ハブ3は無線制御パケットを当該電源解除対象の無線ポートに送信する。ACKパケットを無線ポートから受信した後、又はタイムアウト後、ポート状態を切断に変更する。無線ポート5は、切断を命ずる無線制御パケットを受信した場合、ACKパケットを無線ハブ3に送信し、自身が有する無線ハブの登録を抹消する。

エ) 1つの無線トランザクションで例えば3回の通信エラーが生じた場合、無線ハブ3はポートを切り離し状態とし、周期パケットのポート状態部分に切断をセットする。

オ) 無線ポート5が連続して例えば3回周期パケットの

検出に失敗した場合、無線ハブ3が通信不能状態に陥ったものと判断して、ハブ登録を解除し、パワーオフ状態に遷移する。なお、無線ポートがサスペンド又はディスエーブル状態で周期パケットの検出に失敗する可能性もあるので、この場合には、再同期を行うため、例えば3周期に相当する時間、常時無線パケットを監視する。それでも周期パケットを検出できない場合には、上と同じ処理を実施する。

【0069】カ) 周期パケットのポート状態部分がディスエーブルに変化した場合は、通常その前にポート・サスペンド又はディスエーブル命令に対応する無線制御パケットを無線ハブ3から受信しているはずである。よって、これらを受信していない場合には、トランザクションの失敗によって無線ハブから切り離されたものと解釈し、無線ハブの登録を抹消してパワーオフ状態に変化する。

【0070】次に、ホスト間通信の方法について図8乃至図11を用いて説明する。図8は、コンピュータA

(51)とコンピュータB(53)が通信する場合のブロック図である。コンピュータA(51)は、USB55で無線ハブA(59)に接続している。この無線ハブA(59)は、先に述べた方法で無線ポート63及び無線ポート65と無線通信を行っている。なお、この無線ポート63及び無線ポート65との通信で用いられるのは、無線チャネルAであるとする。コンピュータA(51)上のアプリケーションがコンピュータB(53)と通信するために接続確立命令を発すると、無線ハブA(59)は、DDBa60(Device-DeviceBridge-a, デバイス-デバイス・ブリッジa)を論理的に生成・起動する。このDDBa60については後に詳しく述べる。一方、コンピュータB(53)もUSB57で無線ハブB(61)に接続している。無線ハブB(61)は、無線ポート67及び無線ポート69と無線チャネルBにて通信している。無線ハブB(61)は、無線ハブA(59)と通信する場合、DDBb62(Device-Device Bridge-b, デバイス-デバイス・ブリッジb)を論理的に生成・起動する。このDDBb62は機能的にDDBa60と同じであり、後に詳しく述べる。このDDBa60とDDBb62が、コンピュータA(51)及びコンピュータB(53)間の通信を行う。なお、DDBa60からDDBb62への送信は無線チャネルBで実施され、その逆は無線チャネルAで行われる。

【0071】USBは、ホストと周辺装置との通信のみを規定しているため、ホストからのポーリングを周辺装置が応答するといった通信方式が採用されている。よって、USBの下、ホストとホストが対等に通信することは不可能である。単に、あるホストが、他方のホストの周辺装置として動作するとすると、あるホストの下に存在する周辺装置との接続を放棄することになり好ましく

ない。よって、DDBa及びDDBbをそれぞれのホスト内(この実施例では無線ハブ内)に設け、仮想的な周辺装置として動作させる。そしてこのDDBaとDDBbの間で無線通信を実施することにより、ホスト間通信を可能とする。DDBa及びDDBbは、コンピュータA及びコンピュータB間の通信のために設けられるので、他のコンピュータとの通信には新たにDDBの対を設けることになる。この実施例では、無線ハブが論理的に生成・起動することになっているが、図1における制御ユニットA(17)が、このDDBをエミュレートするようにしても、適当な個数のDDBをハード的に設けてもよい。また、無線チャネルを図8のように切り分けることにより、ホスト間通信以外の先に述べたホスト周辺装置間通信をも同時に可能とする。

【0072】図9にDDB71の機能ブロックを示す。コンピュータから見るとUSBにおける周辺装置として動作するため、コンピュータ側にはUSBインターフェース71aを有している。USBインターフェース71aは、コンピュータからのポーリングにUSBのプロトコルに従って応答する。一方、図1の無線ハブ32内の無線送受信機A21と通信するために、無線インターフェース71cを有している。コンピュータからのデータを受信して、無線送受信機A21により無線信号として送信するまでの間、又は無線送受信機A21が受信した信号を、コンピュータからのポーリングに応答して送出するまでの間、データを保持しておくバッファ71bも必要である。このバッファ71bの構成は、どのようなものでもよいが、USBインターフェース71aから無線インターフェース71c方向用とその逆方向用に分けるようにすることも可能である。本実施例では、DDBは制御ユニットA(17)による論理的なデバイスであるから、バッファ71cはバッファ19の一部となる。

【0073】次に、コンピュータA(51)及びコンピュータB(53)が接続を確立するための動作を説明する(図10参照)。ここでは、コンピュータA(51)内のアプリケーションが接続命令を発した場合を示す(ステップ800)。接続命令が出されると、無線ハブ59はDDBa60の生成及び起動を実施し、DDBa60にポート番号を割り当てる(ステップ810)。なお、DDBa60は無線ハブA(59)と同じデバイスIDを有するものとする。但し、別のIDを割り当ててもよい。そして、無線ハブA(59)は全ての無線チャネルにわたって無線ハブB(61)のパケットをサーチする。無線ハブB(61)のパケットが見つかった場合、無線ハブA(59)は自身の周期パケットの送信タイミングを避けて無線チャネルBをモニタし、周期パケットの受信を待つ(ステップ820)。もし、例えば3周期以上のモニタによっても無線ハブB(61)の周期パケットが受信されない場合には、無線ハブA(59)

は次回からの自システム向けの周期パケットの送信タイミングを、例えば無線フレーム長の1/2遅延させる。これに先立ち、無線ハブA(59)は全ての無線ポートをアクティブにし、無線制御コマンドによって送信タイミングの変更を通知する。

【0074】無線ハブA(59)は無線ハブB(61)からの周期パケットを無線チャンネルBで受信すると(ステップ830)、無線ハブA(59)は、自己が無線チャンネルAで運用されるUSBシステムのDDBであることを示し、接続要求パケットを無線チャンネルBで送信する(ステップ840)。但し、無線ハブA(61)からの周期パケットにDDBが接続できることを示していない場合には、接続要求パケットを送信できない。そして無線ハブB(61)は、接続許可パケットを無線チャンネルBで送信する(ステップ850)。先に示した無線ハブ無線ポートの場合には、ポート番号が接続許可パケットに含まれていた。これは、状態変化を周期パケット内のビットマップで示す場合にポート番号が用いられているためであった。しかし、ホスト間通信では特に状態変化を通知しない場合もあるので、ポート番号を接続許可パケットに含めるか否かは任意である。接続許可パケットを受信した無線ハブA(59)は、ACKを無線ハブB(61)に無線チャンネルBで返信する(ステップ860)。一方、無線ハブB(61)では、DDBb62を生成・起動し、ポート番号の割り当てを行う(ステップ870)。また、DDBb62は無線ハブB(61)と同じデバイスIDを有する。但し異なるIDを割り当ててもよい。なお、DDBb62の生成・起動は、接続要求パケットに応答して行うようにすることも可能である。

【0075】無線ハブA(59)は、ACKを送信した後、無線チャンネルを切り換え、今度は自己のシステムで使用する無線チャンネルAで、DDBb62を宛先とする周期パケットを送信する(ステップ880)。これは、無線ハブB(61)を宛先にしてDDBを受信指定すればよい。そして、ACK及び周期パケットを受け取った無線ハブB(61)は、接続要求パケットを無線チャンネルAで送信する(ステップ890)。接続要求パケットを受信した無線ハブA(59)は、接続許可パケットを無線チャンネルAで送信する(ステップ900)。無線ハブB(61)は、それに応答して、ACKを無線チャンネルAで送信する(ステップ910)。無線ハブA(59)は、ACKを受け取った場合には、この後の周期パケットでは、DDBb62以外を指定する(ステップ920)。よって、無線ハブB(61)は、無線チャンネルAで自己を指定しない周期パケットを受信した場合には、ACKが無線ハブA(59)により受信されたことが分かるので、無線ハブA(59)のデバイスID及び無線チャンネルがAであること及びDDBb62のポート番号を対応して記憶する(ステップ930)。一方、無

線ハブA(59)は、ここまでで一応、無線ハブB(61)のデバイスID及び無線チャンネルがBであること及びDDBa60のポート番号を対応して記憶する(ステップ940)。但し、これで全ての設定が終了する分けではない。DDBa及びDDBbがそれぞれコンピュータA及びコンピュータBに識別されねばならない。この処理は、図4に示した処理を、コンピュータと無線ハブで行わなければならない。

【0076】これにより、USBアドレスと、無線チャンネルの情報と、ポート番号と、対応する無線ハブのIDが無線ハブのテーブルに対応して登録され、これにて接続の確立を終了する。

【0077】次に、コンピュータAから無線ハブAに通信要求が発せられた場合の処理について図11を用いて説明する。コンピュータA(51)からコンピュータB(53)への通信要求を受信した無線ハブA(59)は(ステップ1000)、コンピュータA(51)にNAKを返す(ステップ1010)。そして、コンピュータB(53)に接続された無線ハブB(61)の使用無線チャンネルを検索し、当該無線チャンネルにスイッチし、キャリアセンス後、データ・パケットのみを無線ハブB(61)に送信する(ステップ1020)。なお、通信要求は、OUTトークンとデータ・パケットを含むが、OUTトークンは破棄される。通信要求を受け取った後、データ・パケットを無線ハブB(61)に送信するまでに時間がかかる場合もあるので、データ・パケットのみDDBa(60)のバッファに格納する。

【0078】データ・パケットを受信した無線ハブB(61)は、下流向きパケットをホスト間通信であると解釈し、送信元IDに対応するDDBb62のバッファに当該データ・パケットを格納する(ステップ1030)。下流向きとは、無線ハブからの送信を示し、上流向きは無線ハブへの送信を示す。この場合、無線ハブA(59)から送信されるので、データ・パケットは下流向きである。しかし、通常の無線ポートからの送信は、無線ハブへの送信になるので上流向きであり、区別できる。DDBb62のバッファにデータ・パケットが格納できた場合には、無線ハブB(61)は無線ハブA(59)にACKを返す(ステップ1050)。一方、バッファが一杯で格納できなかった場合には、NAKを無線ハブA(59)に返送する。

【0079】そして、ACKを受信した無線ハブA(59)は、コンピュータA(51)から同一宛先の同一命令を受信した場合、コンピュータA(59)にACKを返す(ステップ1040)。また、無線ハブB(61)は、コンピュータBからのポーリングに응答して、受信したデータ・パケットを送出する(ステップ1060)。これを受け取ったコンピュータB(53)は、ACKを無線ハブB(61)に返送するので、これに응答して、無線ハブB(61)は、データ・パケットを格納

していたバッファを解放する(ステップ1070)。

【0080】図11において無線ハブがコンピュータに対し行う動作は、DDBがUSBに接続されたデバイスとして対応する。

【0081】このようにDDBを設けてホスト間通信を行う場合、DDBは無線ポートとの通信とは異なる無線チャネルを使用するため、無線ハブの周期パケットを常時監視することができない。よって、DDBは相手からのパケットの存在によってリンクを維持する。一定時間以上通信の行われないリンクはホストによって切断される。この時間は、任意に設定可能である。また、ホスト間通信のリンクが張られたUSBシステムはサスペンドすることができない。DDBはポート・サスペンド命令を受け取ると切断処理を行うようにする。システムがサスペンドする場合、全てのリンクは切断される。ここでは、例えば以下の場合にホスト間通信のリンクを切断するものとする。(a) USBホストによる切断命令

(b) ユーザによるリセット (c) 1つの無線トランザクション内の連続した3回のエラー (d) 無線ハブ又は無線ポートのサスペンド (e) 一定時間以上の通信の不在

【0082】一方のホストによる切断命令は、無線制御パケットによって他方に伝達される。これによって他方のホストでも切断処理が行われる。これ以外の条件による切断は他方のシステムに通知されない。相手方のシステムでは以後のトランザクションでのエラー又は通信の不在によって切断処理が行われる。切断されたDDBは最低このタイムアウト時間は再使用できない。

【0083】以上のような機構によって極めて簡単にネットワークを構築することができ、デバイスにアクセスするのとまったく同様の方法でホストを指定することが可能である。一方、直接接続されたホストの間でのみの通信であるため、ネットワークが電波の届く範囲に限られる。これを越えた通信を行う場合には、中間のホストを仲介として通信を行う事が考えられる。これは上記の機構に何等変更を加えることなく、上位レイアのプロトコルによって可能となる。但し、上位のデバイス・ドライバはバスのトポロジと通信経路の維持に責任を負い、USBホスト間通信ネットワークの独自の物理アドレスを割り当てる必要がある。

【0084】以上は、一例であって本発明は上述の実施例に限定されない。例えば、無線ハブ3、無線デバイス5内の機能ブロックの分け方は任意であって、上述した処理を実施できるような任意のブロック分けができる。さらに、コンピュータ1にはUSBコネクタを1つしか示していないが複数設けることもできる。無線ポート5についてもデバイス71つしか接続されていないが、複数接続できるように変更することも可能である。なお、図1では、無線ハブ3をコンピュータ1の外部に設けるように示しているが、コンピュータ1内部に設けること

も可能である。同じように、無線ポート5はデバイス7の外部に設けられているが、これをデバイス7の内部に設けるようにすることも可能である。また、制御ユニット及びUSBインターフェース・ユニットは、マイクロコントローラ及びプログラムによって代替可能である。

【0085】さらに、図8に示したDDBの数や、無線ポートの数は任意である。加えて、コンピュータの数を増やすことも可能である。DDBにおける機能ブロックも任意であり、図9に限定されるものではない。図10におけるDDBの生成・起動処理は、図示のタイミングで行わなくとも接続処理に影響がない場合もある。例えば、コンピュータB側のDDBb(62)は、ステップ830とステップ850の間で実施するようにしてもよい。

【0086】なお、上の実施例で示した数値は、本実施例での数値であって、インプリメンテーションの仕方を変更する場合には当然変化するものである。

【0087】

【効果】USBのようなバスを無線化する際に生じる問題を克服する方法を提供することができた。

【0088】また、USBを無線化することにより、ケーブル接続の負担・問題を無くし、デバイスの着脱・移動を容易に実施できるようにすることもできた。

【0089】無線USBによるホスト間通信を可能にする構成を示すこともできた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置例を示したブロック図である。

【図2】無線パケットの構成例を示した図である。

【図3】無線ハブ3と無線ポート5の接続時の処理フローを示す図である。

【図4】無線ハブ3とコンピュータ1の通信のフローを示す図である。

【図5】無線通信時のパケットの移動を示す図である。

【図6】サスペンド/レジューム時の処理を示すフローチャートである。

【図7】サスペンド/レジューム時の処理を示すフローチャートである。

【図8】ホスト間通信の際のコンピュータA及びBの機能ブロック図である。

【図9】DDBの機能ブロック図である。

【図10】ホスト間通信を行う場合の接続確立の処理フローを示す図である。

【図11】ホスト間通信の処理フローを示す図である。

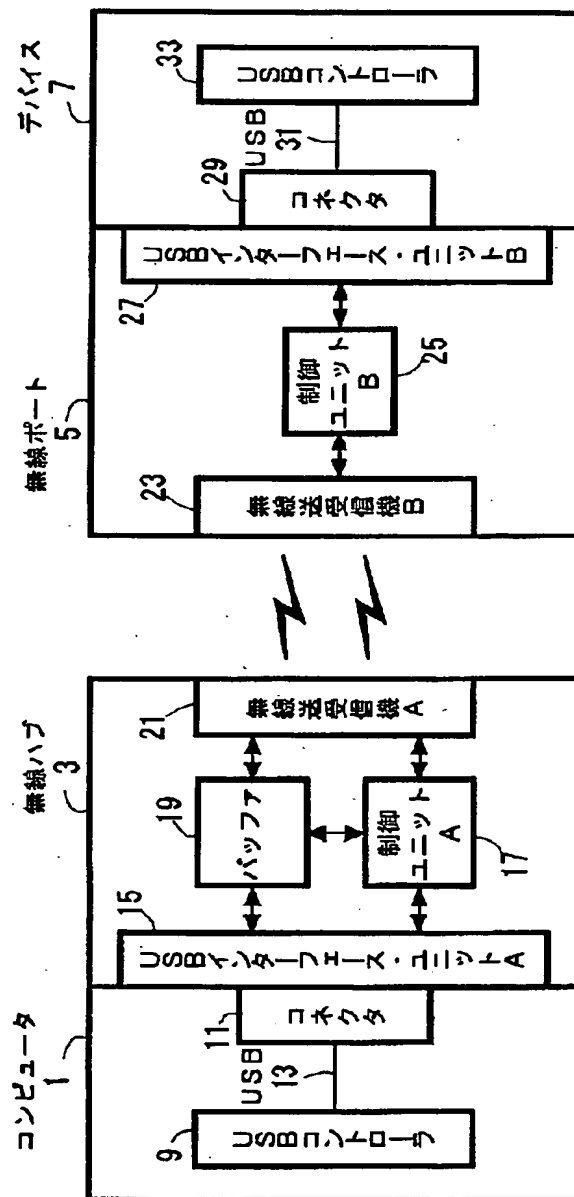
【符号の説明】

- | | |
|----------------------|--------|
| 1 コンピュータ | 3 無線ハブ |
| 5 無線ポート | 7 デバイス |
| 9 USBコントローラ | |
| 11 USB | |
| 13 クネクタ | |
| 15 USBインターフェース・ユニットA | |

- 1 7 制御ユニットA
 1 9 バッファ
 2 1 無線送受信機A
 2 3 無線送受信機B
 2 5 制御ユニットB
 2 7 USBインターフェース・ユニットB
 2 9 コネクタ
 3 1 USB
 3 3 USBコントローラ

- 5 1 コンピュータA
 5 3 コンピュータB
 5 5, 5 7 USB
 5 9 無線ハブA
 6 0 DDBa
 6 1 無線ハブB
 6 2 DDBb
 6 3, 6 5, 6 7, 6 9 無線ポート

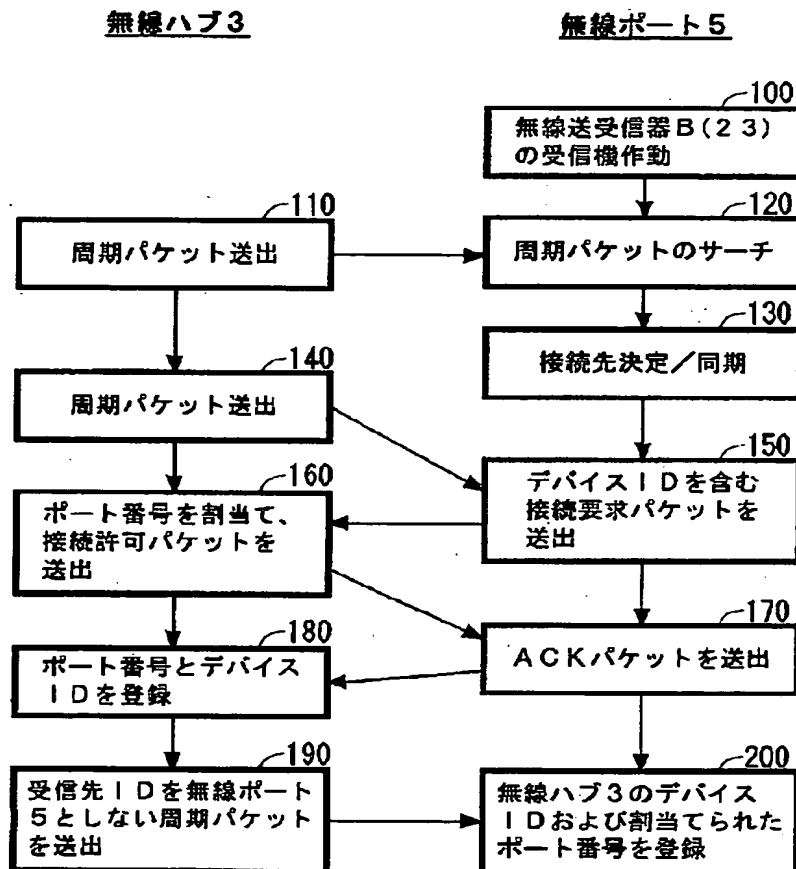
【図1】



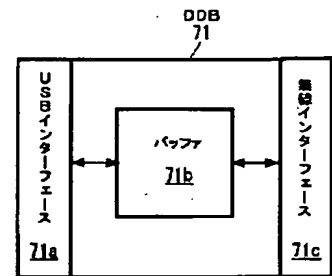
【図2】



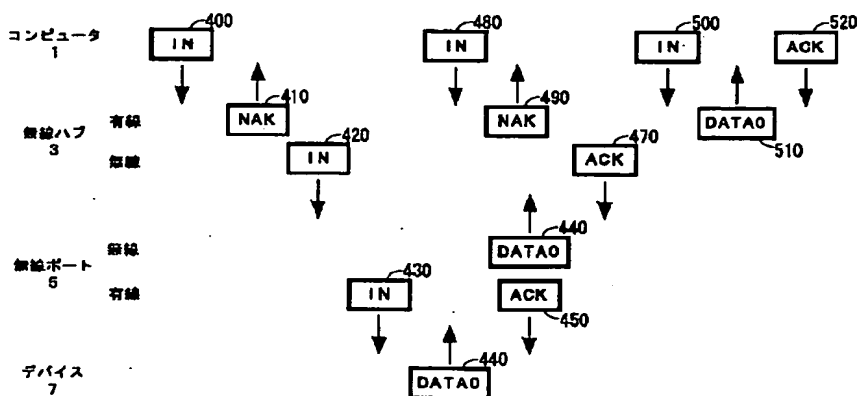
【図3】



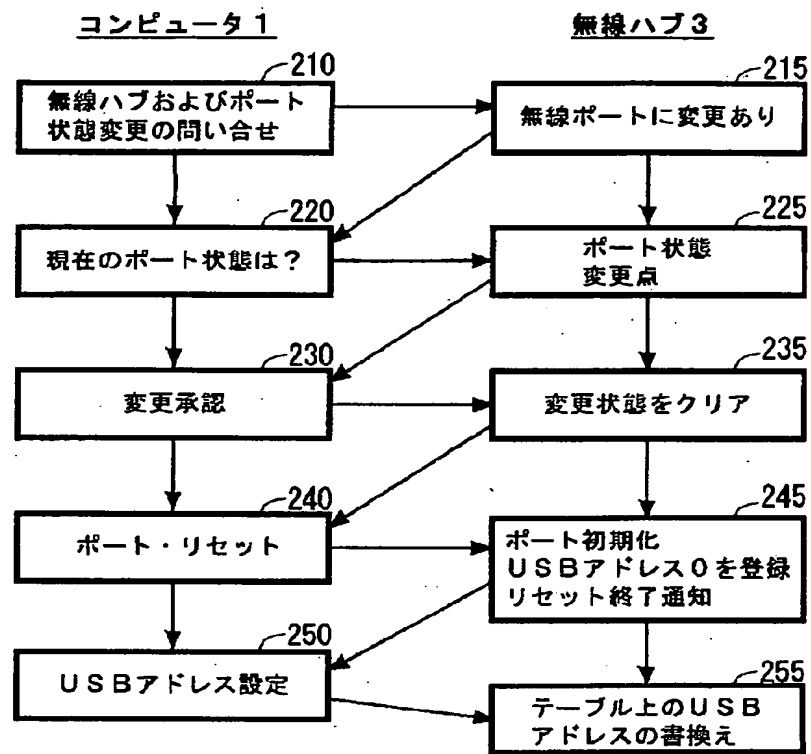
【図9】



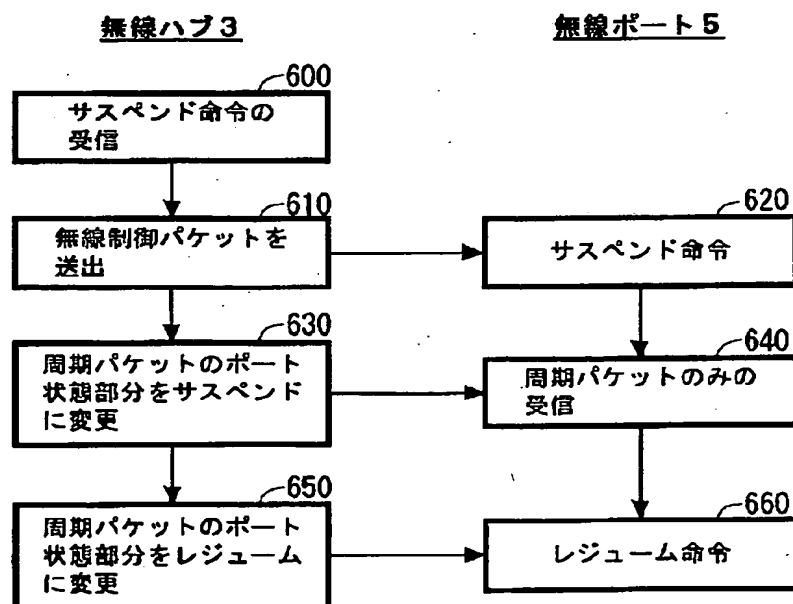
【図5】



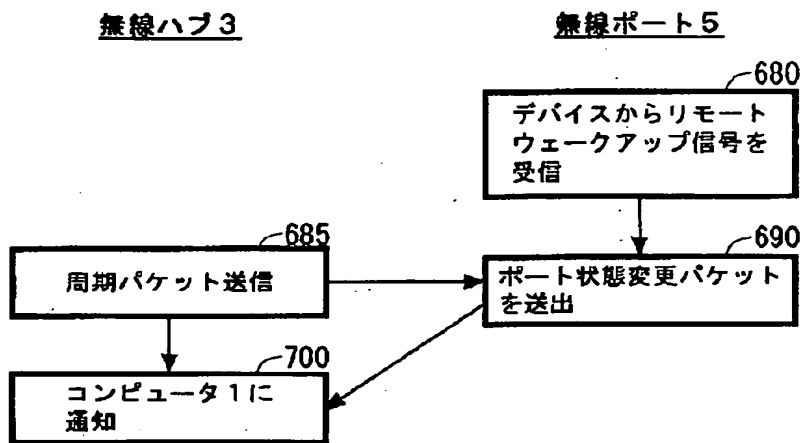
【図4】



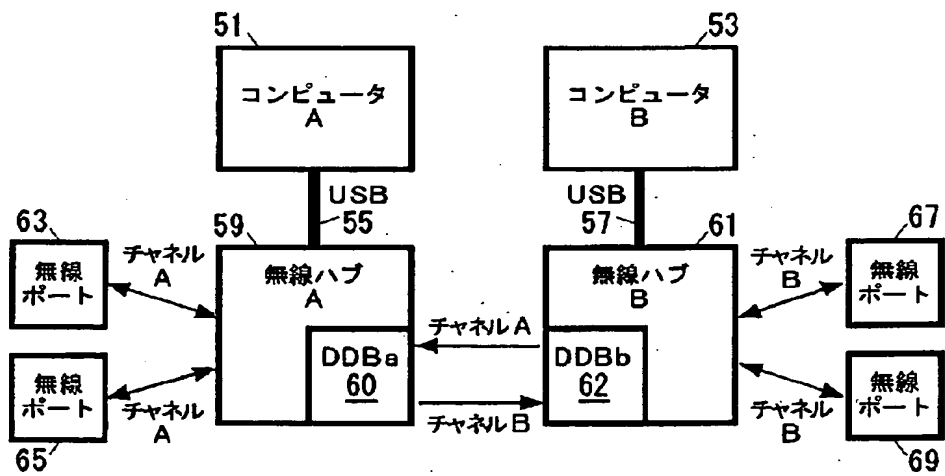
【図6】



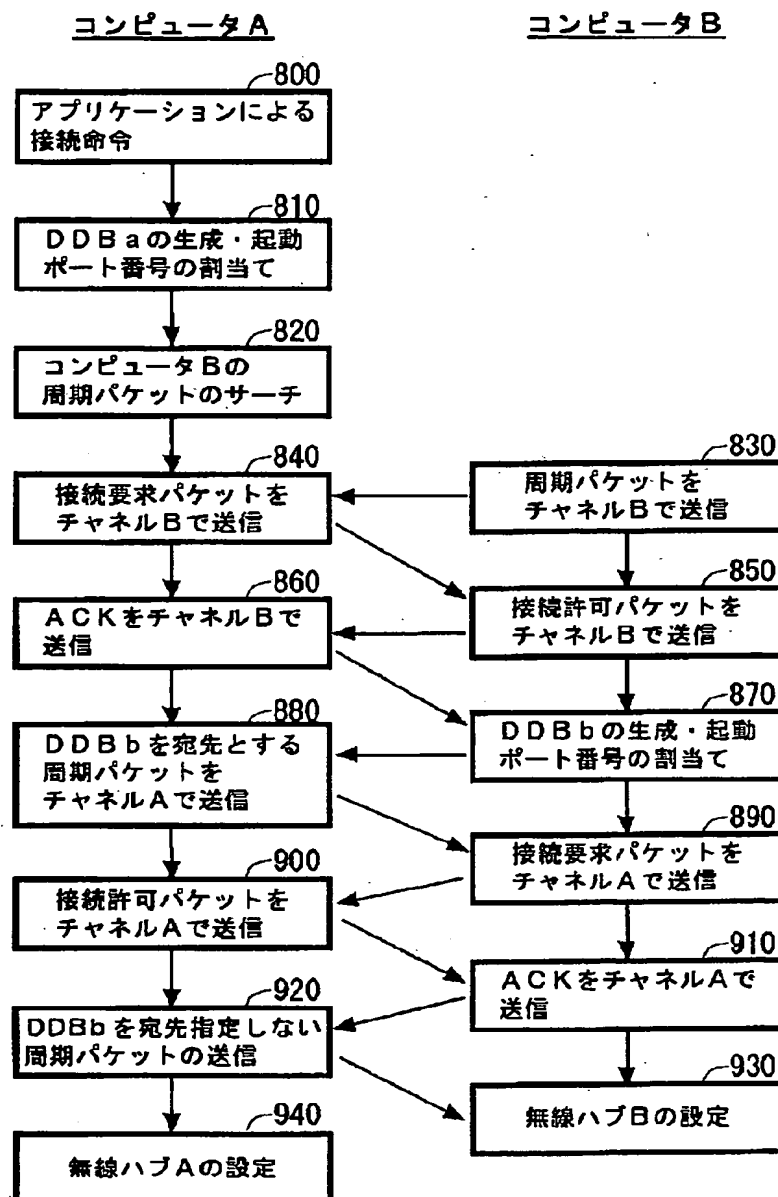
【図7】



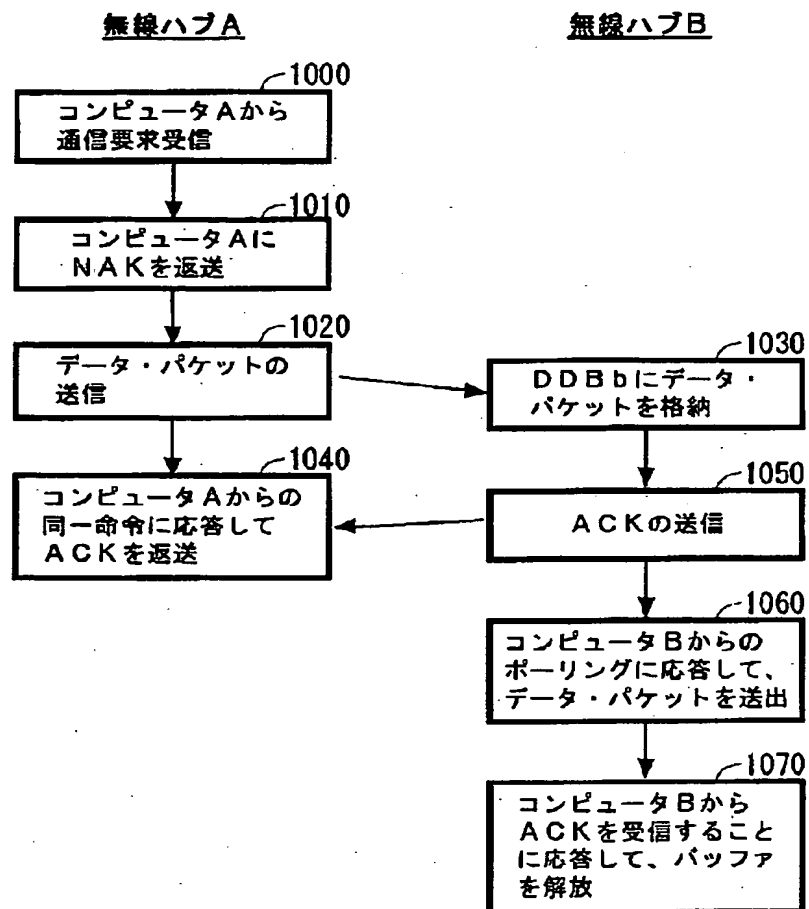
【図8】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 浩
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所
内

(72)発明者 アムリト アール パント
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所
内